

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie



PROJEKT KOTELNY

PROJECT OF BOILER ROOM

Student:

David Petrtýl

Vedoucí bakalářské práce:

Doc. Ing. Josef Novák, CSs.

Ostrava 2014

Zadání bakalářské práce

Student:

David Petrtýl

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2303R002 Strojírenská technologie

Téma:

Projekt kotelny
Project of Boiler Room

Zásady pro vypracování:

- 1) Analýza současného stavu
- 2) Zhodnocení současného stavu
- 3) Návrh varianty kotelny
- 4) Projekt kotelny
- 5) Celkové zhodnocení projektu

Seznam doporučené odborné literatury:

- NOVÁK, J. *Organizace a řízení*. VŠB-TU Ostrava, 2006. 105 s. ISBN 80-248-1223-1.
NOVÁK, J. *Racionalizace výroby*. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, 2007.
URL: <http://www.fs.vsb.cz/europrojekty/414/racionalizace-vyroby.pdf>
NOVÁK, J. *Organizace a řízení*. Ostrava: FS, Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, 2007.
URL: <http://www.fs.vsb.cz/europrojekty/414/organizace-a-rizeni.pdf>
NOVÁK, J. *Datová základna pro údržbu, montáže a další pomocné a obslužné práce: soubor základních technologických postupů*. Ostrava, 2004. 266 s.
KOŠTURIÁK, J., GREGOR, M., MIČIETA, B., MATUSZEK, J. *Projektovanie výrobných systémov pre 21. storočie*, Žilina, 2000. 398s. ISBN 80-7100-553-3
SMETANA, J. *Projektování technologických pracovišť* Ostrava, 1990. 191s. ISBN 80-7078-033-9

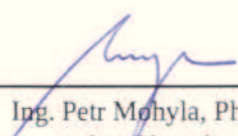
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Josef Novák, CSc.**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014




Ing. Petr Mohyla, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 16.5.2014

.....
Podpis studenta

DÁLE PROHLAŠUJI, ŽE:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo

- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3)

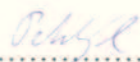
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO

- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona

- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše)

- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 16.5.2014



Podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

David Petrtýl

Trvalé bydliště autora práce:

Hraběšice 3

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

Petrtyl, D. Projekt Kotelny. 35 s. VSB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, katedra mechanické technologie, 2014 Ročníkový projekt, vedoucí: Doc. Ing. Josef Novák, CSs.

Bakalářská práce se zabývá návrhem kotelny v panelovém domě. V úvodu je analýza současného stavu různých typů způsobů vytápění. Na základě zhodnocení současného stavu jsou určeny nedostatky a hlavní body k jejich odstranění. Dále je navržen nový projekt kotelny, který bude splňovat veškeré požadavky zákazníka. Jsou provedeny propočty nákladů. V samotném projektu kotelny je určení typu a popis vybavení, řešení výběru nejvhodnějšího kotle s informacemi o cenách zařízení. V závěru je shrnuto celkové zhodnocení projektu, jaké přínosy a úspory projekt přinese. Vytvořený nový návrh kotelny bude dokumentován v příloze bakalářské práce.

ANNOTATION OF THESIS:

Petrtyl, D. Project of Boiler Room. 35 p. VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical, Department of Mechanical Technology, Thesis, leader: Doc. Ing. Josef Novák, CSs.

Master thesis is dealing with Project of Boiler Room in block of flats. In the introduction to is the analysis of the current state at many variant of heating. On the basis of evaluation of the current situation are identified shortcomings and the main points to eliminate them. It is also proposed new technology of Boiler Room that will be acceptable for customer in all ways. Price calculations are made. In the actual Boiler Room project is the identification and description of the machinery equipment, solutions which boiler is best to choose with information about prices and all costs. The conclusion summarizes the overall evaluation of the project, what benefits and savings project will bring. Created a new Project of Boiler room drawing are documented in enclosure of the bachelor's thesis.

OBSAH

1. Úvod.....	8
2. Kotle a Paliva.....	9
2.1. Obecný úvod	9
2.2. <i>Základní</i> typy kotlů	10
2.3. Rozdělení plynových kotlen	14
2.4. Větrání plynových kotlen	15
3. Zhodnocení současného stavu	16
4. Návrh varianty kotelny	17
4.1. Zvolení typu vytápění kotelny	17
4.2. Výběr kotle.....	18
4.3. Návrh plynové kotelny	27
4.4. Zásady dispozice kotelny	28
5. Projekt kotelny	30
5.1. Popis technologie výroby	30
5.2. Seznam zařízení	31
5.3. Seznam potrubí.....	31
5.4. Seznam výkresové dokumentace	31
6. Celkové zhodnocení projektu	32
7. Seznam použité literatury	34

Seznam použitých zkratk

TUV	teplá užitková voda
h_{bj}	hodnota j-tého kritéria u bazické varianty
h_{ij}	skutečná hodnota j-tého kritéria u i-té varianty
B_j	koefficient významnosti j-tého kritéria
S_j	součet vážených dílčích pořadí
V_j	konečné pořadí variant

1. Úvod

V současné době převládají ve světě myšlenky o důležitosti úspor a šetření, které jdou zároveň ruku v ruce se zlepšováním kvality. Existují oblasti, ve kterých se toho může dosáhnout, jako je právě oblast topení.

Hlavním cílem této technologické studie je projektování nové kotelny, která je hlavní funkční částí vytápění panelového domu. V první řadě se tato práce zabývá analýzou současného stavu výroby kotlen. Zhodnocením analýzy současného stavu bude za úkol zjistit dosavadní problémy a nedostatky momentálního řešení vytápění, které bude nutno řešit v dalších kapitolách. Možnými způsoby řešení může být jiný návrh technologie kotelny nebo přechod na jiný typ vytápění. Budou popsány zásady pro projektování výroby a rozbor vstupních souborů dat pro stanovení základní koncepce. Práce bude dále pokračovat návrhem jiné technologie vytápění.

V samotné části projektu bude stanoven typ vytápění a návrh a postup při výběru správného kotle. Nedílnou součástí projektování kotelny je řešení nákladů na pořízení a provoz. Nutností je nakreslení technického výkresu kotelny.

V poslední části práce bude popsáno zhodnocení navrhovaných řešení.

2. Kotle a Paliva

2.1. Obecný úvod

V současnosti je velice těžké si zajistit tepelnou pohodu v domovech, aniž bychom se výrazně neochudili na domácím rozpočtu. Jelikož podle prognóz odborníků víme, že ceny energií se budou pořád zvětšovat, tak je třeba přikládat náležitou pozornost výběru kotle s co nejlepšími vlastnostmi.

Výběr správného kotle je o to složitější, že na současném trhu je obrovský výběr tohoto typu zdroje tepla. Můžeme si zvolit mezi několika druhy kotlů elektrických, plynových, kotlů na tuhá paliva či kotlů na dvě různá média. To samozřejmě nejsou všechny požadavky, které je nutné sledovat: ať už je to výkon, účinnost, spotřeba paliv a také obsluhová náročnost. Dalším důležitým faktorem by při koupi kotle měla být jeho účinnost, množství škodlivin, které kotel vypouští do ovzduší a také zda v tomto směru splňuje požadavky na něj kladené a bude je splňovat i nadále po zpřísnění norem.

Volit kotel musíme v první řadě z informací o poloze, kde se obytný objekt nachází. Například pořízení elektrického kotle do míst bez dostatečného příkonu elektrického proudu není nejlepší volbou a je známo, že v některých oblastech takový příkon chybí. Vystavění nové trafostanice je pro investora velké zvýšení nákladů spojených se stavbou, které mohou dosahovat až 500 000 Kč. Kotle na plyn zase navrhujeme pouze tam, kde je dostupnost zemního plynu. V místech, kde jsme nuceni použít k vytápění jiný zdroj než elektrický nebo plynový kotel, se zajišťuje tepelná pohoda obytných objektů kotlem na pevná paliva. Jejich výběr opět závisí na dostupnosti jednotlivých paliv. Například na severní Moravě se nejčastěji vybírají kotle na černé uhlí, v jiných oblastech zase kotle na hnědé uhlí. Všechny kotle na hnědé i černé uhlí splňují podmínku vytápění dřevem. Další možností jsou kotle, které využívají pouze dřevo nebo biomasu.[1]

2.2. Základní typy kotlů

Rozdělení základních druhů kotlů podle typu paliva:

Elektrické kotle

Plynové kotle

Kotle na pevná paliva

Pyrolytické kotle

Kotle na biomasu

Elektrické kotle

V případě vytápění elektřinou máme dvě možnosti - první zastupuje elektrické kotle s rozvody topení, druhá přímotopné radiátory. První typ je vhodný hlavně k vytápění trvale obydlených rodinných a bytových domů, druhý typ je vhodnější pro vytápění rekreačních objektů, kde se trvale nepobývá.

Ohřev teplé vody v případě elektrických kotlů i kotlů plynových probíhá dvěma způsoby: průtokový ohřev vody nebo ohřev vody do zásobníku. Ohřev do zásobníku je vhodnější v domácnostech, kde je spotřeba vody větší, například díky hydromasážním vanám nebo se zde nachází více koupelen a podobně.[1]

Plynové kotle

V principu se plynové kotle rozděluje na dva druhy – kondenzační a konvenční. Konvenční kotle v nás evokují svým způsobem výroby tepla hrnce bez pokličky – což znamená, že část tepla odchází pryč nevyužitá, zatím co kondenzační kotle lze přirovnat spíše k hrncům s pokličkou, kde se spaliny vrací přes speciální výměník a jejich teplota se znovu využije k ohřevu. Takto můžeme v porovnání s klasickým plynovým kotlem ušetřit až 30 % nákladů nutných k vytápění domu. Při výstavbě nových domů se většinou využívají kondenzační kotle, které nám dovolují ušetřit v rodinném rozpočtu, ale jsou i šetrnější k životnímu prostředí. Zatímco konvenční kotle se v této době využívají především ve starších objektech, tak kondenzační kotle, díky nutným větším stavebním úpravám, nejsou pro starší objekty vhodné.[1]



Obr. č. 1 – Kotel na pevná paliva

Kotle na pevná paliva se nejčastěji používají na venkově nebo v místech, kde není zaveden plyn a zároveň tu chybí dostatečná elektrická síť. Nejčastější materiál používaný pro vytápění bývá hnědé uhlí, kromě míst s dobrou dostupností černého uhlí. Kotle na hnědé uhlí bývají ocelové a jsou náročnější na tah komína než kotle na černé uhlí. Kotle na černé uhlí se většinou vyrábí z litiny a díky roštu, který je chlazen vodou, snášejí vyšší teploty. Samozřejmostí je možnost použití dřeva jako topného materiálu v obou typech kotlů. Palivo se u obou typů kotlů spaluje tzv. prohřívacím způsobem, což je způsob podobný topení v krbových vložkách tzn. palivo se vkládá do spalovacího prostoru.[1]

Pyrolytické kotle



Obr. č. 2 – Pyrolytický kotel

Pyrolytické kotle jsou další vývojový stupeň kotlů na tuhá paliva. Jsou to kotle spalující dřevoplyn a jejich hlavní výhodou je nižší spotřeba dřeva. Provoz kotle je řízen termostatem. Velkou nevýhodou pyrolytických kotlů je jejich náročnost na kvalitu paliva, dřevo musí být dostatečně vysušené, což znamená do vlhkosti 20 %. S vyšší vlhkostí nám kotle neumožňují výrobu dřevoplynu. Z toho důvodu je vhodné mít prostor pro skladování a sušení, protože požadované vlhkosti se dosahuje až po třech letech skladování v suchu.[1]



Obr. č. 3 – Kotel na biomasu

Na trhu existují i kotle na různé formy biomasy (dřevo, dřevěné brikety, pelety, atd.) Jsou to kotle automatické, tzn. že máme uložené palivo v zásobníku, a když je potřeba, tak se automaticky dopraví do kotle. Nevýhodou takového typu topení je pořizovací cena zařízení. Spalování dřeva je ekologičtější než spalování uhlí, protože zásoby CO ve dřevě jsou znatelně nižší než v uhlí.[1]

2.3. Rozdělení plynových kotlen

Plynové kotelny se mohou rozdělit podle výkonu kotlů na tři kategorie:

Kotelny III. kategorie – kotelny se jmenovitým tepelným výkonem jednoho kotle od 50 kW do součtu jmenovitých tepelných výkonů kotlů 0,5 MW. Dále sem patří kotelny se součtem jmenovitých kotlů, který je vyšší než 100 kW, i když žádný z kotlů nedosahuje jmenovitého tepelného výkonu nad 50 kW.

Kotelny II. kategorie – kotelny se součtem jmenovitých tepelných výkonů kotlů nad 0,5 MW do 3,5 MW.

Kotelny I. kategorie – všechny kotelny se součtem jmenovitých tepelných výkonů kotlů nad 3,5 MW.

2.4. Větrání plynových kotlen

Při návrhu větrání plynových kotlen musí být zajištěny tři základní požadavky: přívod spalovacího vzduchu, intenzita větrání (kvalita vnitřního vzduchu) a teplota vzduchu uvnitř kotelny.

Do kotelny se spalovací vzduch dostane tahem spalinové cesty, což je spalinovod a komín a tím se vytvoří v místnosti podtlak. Při navrhování spalinové cesty se musí počítat s tím, že část jejího tahu musí být volná pro přívod spalovacího vzduchu. Proto se tato cesta nazývá vzduchospalinová cesta.

Když je spotřebič v klidu, tak musí být větrání kotelny zajištěno nejlépe přirozeným tahem tzv. aerací. Aerace je způsobována rozdílem hustot vnějšího a vnitřního vzduchu, rozdílem jejich teplot a také rozdílem výšek mezi horním a dolním větracím otvorem. Když je spotřebič v chodu, tak je do místnosti nasáván spalovací vzduch a ten zajišťuje i větrání kotelny. Na přívod spalovacího vzduchu jsou využívány otvory a vzduchovody k tomu určené.

Pro větrání a přívod spalovacího vzduchu kotlen, kde se odebírá spalovací vzduch přímo z prostoru kotelny, jsou předpisy a pravidla nejednotné.[12]

3. Zhodnocení současného stavu

Objekt, do kterého navrhují kotelnu, se nachází ve městě Zábřeh, okr. Šumperk. Tento objekt je sedmipodlažní panelový dům, se čtyřiceti bytovými jednotkami. Objekt je majetkem SBD Zábřeh.

V současnosti je tento panelový dům napojen na centrální zdroj tepla a TUV v Zábřehu, který je provozován externí firmou. Tepelný výkon, který je poskytován centrální kotelnou pro zdroj tepla a TUV v sedmipodlažním panelovém domě, je přibližně 185 kW. Tato hodnota vychází z tepelných ztrát panelového domu, které jsou převzaty z energetického auditu.

Z důvodu vysoké ceny za teplo a teplou vodu se majitelé objektu rozhodli pro vybudování vlastní kotelny, díky níž se stanou nezávislí na centrálním zdroji tepla. A tím odstraní podíl družstevníků na vysokých režijních nákladech současného provozovatele centrálního zdroje a nastane zlevnění ceny tepla a TUV pro obyvatele panelového domu.



Obr. č. 5 – Fotografie objektu

4. Návrh varianty kotelny

4.1. Zvolení typu vytápění kotelny

První věcí, kterou si potřebuji vyjasnit při vytváření kotelny, je uvědomění, jaký typ či lépe jakým způsobem budeme získávat energii pro vytápění a TUV. Existuje několik druhů vytápění, mezi nejrozšířenější patří vytápění plynem, tuhými palivy a elektřinou,

Výhody a nevýhody elektrického vytápění:

- + jednoduchá instalace všude tam, kde je zaveden elektrický proud
- + přístroje nevyžadují údržbu
- + ekologicky přijatelné
- cena

Výhody a nevýhody vytápění na tuhá paliva:

- + vytápění je levnější než vytápění elektřinou či plynem
- nutnost mít prostor pro uskladnění paliva

Výhody a nevýhody vytápění plynem:

- + jednoduchá instalace všude tam, kde je zaveden zemní plyn
- + levnější než vytápění elektřinou
- + jsou plně a jednoduše regulovatelné

Na základě těchto informací a po důkladném zvážení jsem se rozhodl navrhnout plynovou kotelnu z důvodů jednoduché instalace, v objektu je již plyn zaveden a je zde volný prostor pro vytvoření místnosti kotelny.

4.2. Výběr kotle

Pro výběr vhodného plynového kotle do kotelny v domě využiji metodu vícekritériálního hodnocení. Na trhu je velký výběr plynových kotlů, je důležité vybrat takový, který bude co nejvíce vyhovovat našim potřebám nebo potřebám vlastníků.

Cílem mého vícekritériálního rozhodování je porovnat plynové kotle s dobrou cenou, přiměřenou spotřebou a výkonem v okruhu 100 kW.

Požadavky na kritéria:

Jasnost a jednoznačnost, úplnost, měřitelnost, neredundance.

Zvolená kritéria včetně jednotek:

Tabulka č. 1

Pořadí	Kriterium	Jednotky
1	Cena	Kč
2	Tepelný výkon	kW
3	Hmotnost	kg
4	El. Příkon	W
5	Rozměry	mm
6	Spotřeba plynu	m ³ /h

Koeficient významnosti metodou pořadí

Tabulka č. 2

	Kriteria(m)					
Expert(p)	1	2	3	4	5	6
1	2	1	6	3	5	4
2	1	2	6	5	3	4
3	2	1	6	3	4	5
4	4	1	6	5	2	3
5	1	2	5	6	4	3
a _j	10	7	29	22	18	19
b _j	0,904762	0,93333333	0,72380952	0,7904762	0,8285714	0,819047619

Necháme 5 expertů přiřadit pořadí 1 až 6, kde 1 je nejvýznamnější a 6 nejméně významná k jednotlivým kritériím. viz. Tabulkač.2.

Dle vzorce $b_j = 1 - (a_j / ac_j)$

kde „a_j“ představuje součet pořadí, „ac_j“ je suma „a_j“, „b_j“ je koeficient významnosti a 1 konstanta.

Př. Kritérium č.2 Tabulka č.2:

$$b_2 = 1 - (1 + 2 + 1 + 1 + 2) / 105 = 0.9333$$

$$ac_j = 10 + 7 + 29 + 22 + 18 + 19 = 105$$

Metoda pořadí – shoda hodnocení (w):

Vyjádření shody výpovědí jednotlivých expertů

W = 1 úplná shoda hodnocení

W = 0 naprostá rozdílnost hodnocení

Požadavek $w_{\min} = 0,5$

$$w = \frac{12 \sum_{j=1}^m \left[\alpha_j - \frac{p(m+1)}{2} \right]^2}{p^2(m^3 - m)} =$$

p – počet expertů

m – počet kritérií

$$W = \frac{12 \left[\left(10 - \frac{5(6+1)}{2} \right)^2 + \left(7 - \frac{5(6+1)}{2} \right)^2 + \left(29 - \frac{5(6+1)}{2} \right)^2 + \left(22 - \frac{5(6+1)}{2} \right)^2 + \left(18 - \frac{5(6+1)}{2} \right)^2 + \left(19 - \frac{5(6+1)}{2} \right)^2 \right]}{5^2(6^3 - 6)} = 0.73$$

W= 0.73 shoda expertů je nad požadovaným minimem

Dále si vyberu plynové kotle, mezi kterými se rozhoduji. Plynové kotle mají stejná kritéria jaká jsou v Tabulce č. 1

Přehled plynových kotlů

Přístroj 1: Junkers ZBR 98-2 CZ Cerapur maxx [3]

1	129 591,00 Kč
2	98 kW
3	71 kg
4	150 W
5	1030x520x465 mm
6	9,85 m ³ /h



Přístroj 2: BAXI LUNA DUO-TEC MP 1.110 [4]

1	131890 Kč
2	110 kW
3	93 kg
4	320 W
5	952x600x584 mm
6	11,1 m ³ /h



Přístroj 3: Baxi LUNA DUO-TEC MP 1.90 [5]

1	123299 Kč
2	91 kW
3	83 kg
4	275 W
5	952x600x584 mm
6	9,25 m ³ /h



Přístroj 4: VKK 1206/3-E ecoCRAFT exclusiv [6]

1	220220 Kč
2	115 kW
3	220 kg
4	260 W
5	1020x565x548 mm
6	12,3 m ³ /h



Přístroj 5: Logamax plus GB162 100 kW [7]

1	115392 Kč
2	99,5 kW
3	70 kg
4	147 W
5	980x520x465 mm
6	12,35 m ³ /h



Přístroj 6: VKK 1606/3-E ecoCRAFT exclusiv [8]

1	267410 Kč
2	160 kW
3	235 kg
4	320 W
5	1285x695x1240 mm
6	16,9 m ³ /h



Přístroj 7: **Wolf CGB 100** [9]

- | | |
|---|-------------------------|
| 1 | 107992,5 Kč |
| 2 | 98 kW |
| 3 | 92 kg |
| 4 | 130 W |
| 5 | 1020x565x548 mm |
| 6 | 10,03 m ³ /h |



Metoda vážených dílčích pořadí

Tabulka č.3

Výrobek	Cena – [Kč]	Výkon + [kW]	Hmot. – [kg]	Příkon – [W]	Rozměry – [mm]	Spotřeba – [m ³ /h]	S _j	V _j
1	129591 4 3,62	98 5,5 5,13	71 2 1,45	150 3 2,37	1030x520x465 2 1,66	9,85 2 1,64	15,87	3.
2	131890 5 4,52	110 3 2,79	93 5 3,62	320 6,5 5,14	952x600x584 5,5 4,56	11,1 4 3,28	23,91	6.
3	123299 3 2,71	91 7 6,53	83 3 2,17	275 5 3,95	952x600x584 5,5 4,56	9,25 1 0,82	20,74	4.
4	220220 6 5,43	115 2 1,87	220 6 4,34	260 4 3,16	1020x565x548 3,5 2,89	12,3 5 4,1	21,79	5.
5	115392 2 1,81	99,5 4 3,73	70 1 0,72	147 2 1,58	980x520x465 1 0,83	12,35 6 4,91	13,58	1.
6	267410 7 6,33	160 1 0,93	235 7 5,07	320 6,5 5,14	1285x695x1240 7 5,79	16,9 7 5,73	28,99	7.
7	107992 1 0,9	98 5,5 5,13	92 4 2,89	130 1 0,79	1020x565x548 3,5 2,89	10,03 3 2,46	15,06	2.
Bj	0,9047	0,9333	0,7238	0,7904	0,8285	0,8190		

Pozn.: Pro jednodušší porovnání rozměrů jsem z nich vypočítal objemy a seřadil podle objemů.

Náklady(-) a výnosy (+)

- Cena, čím vyšší cena, tím si víc připlatíme.

+ Výkon, čím vyšší výkon, tím lepe.

- Hmotnost, čím vyšší hmotnost, tím horší manipulace.

- Příkon, čím vyšší příkon, tím vyšší spotřeba.

- Rozměry, čím větší rozměry, tím vyšší nároky na prostor pro kotelnu.

- Spotřeba, čím menší spotřeba, tím víc ušetříme na provozu.

Vytvořím tabulku s konkrétně vypsányi údaji výrobků (cena, výkon, atd.). Následně v jednotlivých kategoriích vytvořím pořadí od nejlépe hodnoceného k nejhoršímu (např.: u ceny bude pořadí od nejlevnějších po nejdražší). Na závěr jen zbývá vynásobit pořadí jednotlivých buněk s příslušnou hodnotou B_j , sečíst tyto výsledky pro jednotlivé výrobky a z těchto součtů vytvořit pořadí od nejmenších hodnot.

Bazická metoda

Tabulka č.4

	kritérium							
Náklady a výnosy	-	+	-	-	-	-		
Výrobek	cena	výkon	hmotnost	příkon	rozměry	spotřeba	S_i	V_i
1	129591	98	71	150	1030x520x465	9,85	6,73	2.
	1,09	0,83	1,26	1,21	1,37	0,97		
2	131890	110	93	320	952x600x584	11,1	5,42	5.
	1,07	0,93	0,96	0,57	1,03	0,86		
3	123299	91	83	275	952x600x584	9,25	5,71	4.
	1,15	0,77	1,08	0,66	1,03	1,03		
4	220220	115	220	260	1020x565x548	12,3	4,58	6.
	0,64	0,97	0,41	0,70	1,08	0,78		
5	115392	99,5	70	147	980x520x465	12,35	6,80	1.
	1,23	0,84	1,28	1,23	1,44	0,77		
6	267410	160	235	320	1285x695x124	16,9	3,71	7.
	0,53	1,35	0,38	0,57	0,31	0,57		
7	107992	98	92	130	1020x565x548	10,03	6,54	3.
	1,31	0,83	0,97	1,39	1,08	0,95		
b_j	0,9047	0,9333	0,7233	0,7904	0,8285	0,8190		
hb_j	156 543	111,09	124,49	229,75	1034x580x63	12,55		

Pozn.: Pro jednodušší porovnání rozměrů jsem z nich vypočítal objemy a seřadil podle objemů.

Vytvořím tabulku s konkrétně vypsányi údaji výrobků (cena, výkon, atd.) a poté bazickou variantu (průměrná hodnota - h_{bj}). Rozdělím kritéria na typ náklad (-) nebo výnos (+) a pomocí vzorců vypočtu jednotlivé koeficienty (tabulka č.3, zelená čísla), sečtu a potom vytvořím pořadí od nejvyššího po nejnižší.

Názorný výpočet:

- náklad $z_{ij} = \frac{h_{bj}}{h_{ij}} \cdot B_j$ např. $z_{11} = \frac{156543}{129591} \cdot 0,90476 = 1,09$
- výnos $z_{ij} = \frac{h_{ij}}{h_{bj}} \cdot B_j$ např. $z_{12} = \frac{98}{111,09} \cdot 0,9333 = 0,83$

h_{bj} ...hodnota j-tého kritéria u bazické varianty

h_{ij} ...skutečná hodnota j-tého kritéria u i-té varianty

B_j ...koeficient významnosti j-tého kritéria

S_j ...součet vážených dílčích pořadí u každé varianty

V_j ...konečné pořadí variant (1 – nejvíce vyhovující, 7 – nejméně vyhovující)

Z porovnání vícekritériální jsem vybral 3 nejlepší výrobky:

Přístroj 5: Logamax plus GB162 100 kW

Přístroj 7: Wolf CGB 100

Přístroj 1: Junkers ZBR 98-2 CZ Cerapur maxx

Všechny splňují mé požadavky na výkon, cenu a spotřebu. A záleží jen na majiteli, který si vybere.

4.3. Návrh plynové kotelny

Když jsem se rozhodl, po zvážení všech kladů i záporů, pro návrh plynové kotelny, tak dalším krokem je zvolení místa výstavby kotelny. V mém případě jsem zvolil pro instalaci kotelny prostor suterénu v místě nynější kolárny. Tomuto návrhu přispívá i to, že přívod plynu do objektu je vyústěn v blízkosti stávající kolárny.

Dalším krokem při navrhování kotelny je výběr kotle/kotlů, který bude dostatečně splňovat požadavky na výkon. Z toho důvodu vybírám výrobky, které splní moji počáteční podmínku na výkon 185kW. A po vyhodnocení výsledků, které jsem získal z metody vícekriteriálního hodnocení, jsem se rozhodl pro výběr kotle Wolf CGB 100. Pro vybudování vlastního zdroje navrhuji dvojici kotlových jednotek o výkonu 2x94kW.

Výkon tepelného zdroje:	188 kW
Výkon ohřevu TUV:	78 kW
Výpočtová roční spotřeba zemního plynu:	1596 GJ/rok, tj. 50172 m ³ ZP/rok
Typ kotlů:	2x CGB 100
Maximální výkon kotelny:	188 kW
Minimální výkon kotelny:	18,5 kW
Teplonosné medium:	teplá voda 75/60°C

4.4. Zásady dispozice kotelny

- *velikost kotelny*

- minimální světlá výška 3 m
- minimální podchodná výška 2,1 m
- minimální vzdálenost kotlů od stěn 600 mm

- *dveře*

- minimální šířka dveří je 900 mm
- dveře, které nevedou do volného prostoru, musí být protipožární a musí se samočinně uzavírat
- pokud to dispozice dovolí, měla by mít kotelna 2 východy

- *kotle*

- umístění kotlů a zařízení v řadě s čelními plochami do prostoru kotelny

- *vzdálenosti, rozestupy*

- průchozí resp. montážní vzdálenosti mezi zařízením je minimálně 600 mm
- u větších kotelen je hlavní průchozí prostor šířky 1,2 m jako úniková cesta

- *větrací otvory*

- přívod spalovacího, resp. větracího vzduchu je u podlahy
- odvod větracího vzduchu je pod stropem
- výhodné je situovat odváděcí šachtu paralelně s komínem, neboť ohřev vzduchu v kotelně zlepšuje tah
- větrání je buď přirozené (šachtové nebo provětrávání) nebo je nucené přetlakové (s ventilátorem na přívodu vzduchu)

- *komín*

- u kotlů s atmosférickým hořákem je možný odvod spalin společným kouřovodem do samostatného komína

- kotle s přetlakovým hořákem H mají odvod samostatným kouřovodem do samostatného komína KO

- *připojení na kanalizaci a vodovod*

- vypouštěcí a plnicí armatury otopné soustavy je účelné umístit do prostoru kotelny. Pro plnění otopné soustavy se většinou používá voda z vodovodu, která musí být dále upravena podle parametrů kotlů tak, aby vyhověla normě ČSN 07 7401. Napojení menších rozvodů na vodovodní síť se provádí hadicí přes ventil se zpětnou klapkou, která brání průniku vody ze soustavy do vodovodu.

- pro vypouštění vody z otopné soustavy je nutné kotelnu napojit na kanalizaci. U kotlen na pevná a plynná paliva postačuje běžná podlahová vpusť.

- *omezení hlučnosti kotelny*

- při provozování domovních kotlen ústředního vytápění, zejména u vyšších výkonů se musí počítat se zvýšenou hlučností. Hluk a vibrace se šíří konstrukcí stavby a mohou přesáhnout únosnou mez. Nejúčinnější je dodržet elementární zásady omezení hlučnosti už ve fázi návrhu a realizace kotelny. Dodatečná aplikace opatření na omezení hlučnosti kotelny bývá zpravidla nákladná a výsledek často nevyhovující.

- každý kotel má mít vlastní základ ze železobetonu o síle cca 10 cm. Půdorys základu by měl přesahovat základnu kotle o 3 až 5 cm. Základ se ukládá na 5 cm silné korkové desky, které brání průniku hluku a vibrací.

- pro čerpadla osazená na základ platí stejné zásady. Mezi kotel a potrubí (před oběhové čerpadlo) se doporučuje montáž kompenzátorů, které jednak vyrovnají pružení kotle do cca 5 mm, jednak brání vedení hluku potrubím.

- *rozdělovač, sběrač*

- umístění na stěně ve výšce 500 až 1000 mm – pracovní výška

- vzdálenost hrdel jednotlivých větví je 200 až 250 mm

5. Projekt kotelny

5.1. Popis technologie výroby

Výroba tepla a příprava TUV bude probíhat v kotelně se dvěma kondenzačními kotli (CGB 100) zapojenými v kaskádě. Průtok vody přes kotle bude zabezpečen kotlovými čerpadly, která budou spínána současně s hořáky kotlů.

Kotlový okruh bude od cirkulačních okruhů oddělen hydraulickým vyrovnávačem - anuloidem, aby nedocházelo k vzájemnému ovlivňování čerpadel. Kotle budou osazeny pojišťovacími ventily. Expanzní zařízení bude tvořeno expanzní nádobou s membránou, která bude propojena potrubím s vratnou částí rozdělovače.

Primární okruh bude tvořen okruhem kotlů.

Sekundární bude rozdělen na topnou větev a větev TUV. Objekt bude mít vlastní měřenou větev ÚT a TUV. Topná větev sekundárního okruhu je ekvitermně řízená snímačem venkovní teploty. Ohřev TUV bude v 500 litrovém zásobníku s vestavěným výměníkem vysokého výkonu a bude programově upřednostněn před vytápěním. Tepelný výkon na přípravu TUV bude řízen spínáním čerpadla na okruhu TUV na základě teploty TUV ve střední části zásobníku.

Každý kotel bude opatřen manostatem hlídajícím překročení minimálního a maximálního statického tlaku v soustavě. Dále bude každý kotel opatřen kotlovým termostatem a vypínajícím hořákem při dosažení maximální teploty.

Kotelna bude tvořena spotřebiči typu "C" a proto bude provětrávána přirozeným větráním dle požadavku ČSN 070703.

Bezpečnostní zařízení kotelny bude složeno z indikace nebezpečné koncentrace zemního plynu v prostoru kotelny s inicializací zásahu ve 2 stupních, indikace překročení maximální teploty a zaplavení kotelny.

5.2. Seznam zařízení

Viz.: příloha č.1

5.3. Seznam potrubí

Viz.: příloha č.2

5.4. Seznam výkresové dokumentace

Viz.: příloha č.3

S.201.1 – Technologické schéma

S.201.2 – Půdorys -kotelna

S.201.3 – Řez A-A

S.201.4 – Řez B-B

S.201.5 – Řez C-C

S.201.6 – Komín - řez

S.201.7 – Měření spotřeby plynu

S.201.8 – Kombinovaný rozdělovač a sběrač

6. Celkové zhodnocení projektu

V této bakalářské práci jsem nastínil problematiku navrhování kotelen, konkrétně problematiku, která se zabývá návrhem plynové kotelny. V teoretické části jsem uvedl různé druhy kotlů a několik způsobů vytápění. Následně se věnuji přímo plynovým kotelnám, jejich rozdělení a základním požadavkům, které popisuje norma.

V následující části se zabývám současným stavem objektu, abych mohl následně díky získaným informacím navrhnout plynovou kotelnu, která bude odpovídat požadavkům na výkon, který činí 180 kW. Při výběru kotle jsem použil metodu vícekriteriálního hodnocení, abych získal vzorek tří nejlépe hodnocených kotlů a nakonec po vyhodnocení všech kladných i záporných kritérií kotlů, jsem se rozhodl použít typ kotle Wofl CGB 100.

Současně jsem shrnul doporučené konstrukční zásady plynových kotelen, kterými jsem se snažil řídit v projektové části.

V projektové části popisuji technologii výroby tepla a přípravu TUV vybraným kotlem Wofl CGB 100, poté zde zmiňuji bezpečnostní prvky, které budou použity v projektu, uvádím seznam použitých zařízení, seznam použitých potrubí a výkresovou dokumentaci pro návrh plynové kotelny pro panelový dům o čtyřiceti bytových jednotkách.

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. J. Novákovi, CSc. z katedry mechanické technologie VŠB-TU Ostrava za podněty k řešení práci, kolegům z technické kanceláře Ing. Viléma Zezuly a projekční kanceláře UNI-EKO Šumperk za poskytnutí všech potřebných informací k vypracování této bakalářské práce.

7. Seznam použité literatury

- [1] Nejvhodnější kotel pro váš domov. [online]. [cit. 2014-03-22]. Dostupné z: <http://www.ceskykutil.cz/energie/energie-a-vytapeni/nejvhodnejši-kotel-pro-vas-domov>
- [2] Ústřední topení. [online]. [cit. 2014-03-22]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/%C3%9Ast%C5%99edn%C3%AD_topen%C3%AD
- [3] Kotel CerapurMaxx - Junkers:. [online]. [cit. 2013-12-23]. Dostupné z: http://www.junkers.cz/pro_nase_zakazniky/produkty_junkers/detail_produkty/detail_produkty_9024
- [4] Luna Duo-tec MP. [online]. [cit. 2013-12-23]. Dostupné z: <http://www.baxi.cz/plynove-kotle/kondenzacni/Luna%20Duo-tec%20MP/>
- [5] Luna Duo-tec MP. [online]. [cit. 2013-12-23]. Dostupné z: <http://www.baxi.cz/plynove-kotle/kondenzacni/Luna%20Duo-tec%20MP/>
- [6] VKK 1206/3-E ecoCRAFT exclusiv. [online]. [cit. 2013-12-23]. Dostupné z: <http://www.kotle-topeni.cz/vkk-1206-3-e-ecocraft-exclusiv.html?detail=1>
- [7] Projekční podklady. [online]. [cit. 2013-12-23]. Dostupné z: http://www.buderus.cz/files/201107201203030.PP_Logamax_plus_GB162_2010_CZ.pdf
- [8] VKK 1606/3-E ecoCRAFT exclusiv. [online]. [cit. 2013-12-23]. Dostupné z: <http://www.kotle-topeni.cz/vkk-1606-3-e-ecocraft-exclusiv.html?detail=1>
- [9] Závěsný kondenzační kotel CGB. [online]. [cit. 2013-12-23]. Dostupné z: http://www.wolfheiztechnik.de/cz/pkp/produkty/vytapecikotle/kondenzacni_kotle/cgb.html
- [10] ŠAJDLEROVÁ, Ivana. *Organizace a řízení výroby*. Ostrava: Fakulta strojní - VŠB-TU Ostrava, 2012. 223s. ISBN 978-80-248-2775-9.

- [11] ČSN 07 0703. Kotelny se zařízeními na plynná paliva. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005
- [12] Větrání kotelen | Thermona spol. s r.o. [online]. [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: <http://www.thermona.cz/vetrani-kotelen>
- [13] TZB a infrastruktura sídel I : 15124 Ústav stavitelství II. [online]. [cit. 2014-05-17]. Dostupné z: <http://15124.fa.cvut.cz/?page=cz,tzb-a-infrastruktura-sidel-i>